

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ:

Преподователь по научно-педагогической работе

А.В.Левшов

(подпись)

» 01 2017 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ»**

(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление (специальность)
подготовки:

**09.03.01 «Информатика и вычислительная
техника (ИВТ)»**

(код и наименование направления / специальности)

Профиль:

**«Вычислительные машины, комплек-
сы, системы и сети»**

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	5	5
Общая трудоёмкость в з.е./часах	2,5/90	2,5/90
Аудиторные занятия (час.), в том числе	51	4
Лекции (час.)	34	2
Практические (семинарские) занятия (час.)	0	
Лабораторные работы (час.)	17	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе	39	86
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)		
Индивидуальное задание (кол./час.)	1(9)	1(9)
Форма промежуточной аттестации (экзамен(зачёт), час.)	зачёт	зачёт

Донецк, 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Теория помехоустойчивого кодирования» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль подготовки «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» для 2017 года приёма.

Составитель: Дяченко О.Н., к.т.н., доцент кафедры компьютерной инженерии.

Рабочая программа **рассмотрена и утверждена** на заседании выпускающей кафедры компьютерной инженерии.

Протокол от «14» декабря 2016 года № 3

Заведующий кафедрой _____ (подпись) Аноприенко А.Я.

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДонНТУ по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника»

Протокол от «14» декабря 2016 года № 2

Председатель _____ (подпись) Аноприенко А.Я.

Рабочая программа **продлена** для 2017 года приёма на заседании кафедры компьютерной инженерии.

Протокол от «20» июня 2017 года № 10

Заведующий кафедрой _____ (подпись) Аноприенко А.Я.

Согласовано с выпускающей кафедрой компьютерной инженерии

Заведующий кафедрой _____ (подпись) Аноприенко А.Я.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20 18 года приёма на заседании кафедры компьютерной инженерии.

Протокол от « 31 » 08 20 18 года № 1

Заведующий кафедрой _____ (подпись) Аноприенко А.Я.

Согласовано с выпускающей кафедрой компьютерной инженерии

Заведующий кафедрой _____ (подпись) Аноприенко А.Я.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20 19 года приёма на заседании кафедры компьютерной инженерии.

Протокол от « 30 » 08 20 19 года № 1

Заведующий кафедрой _____ (подпись) Аноприенко А.Я.

Согласовано с выпускающей кафедрой компьютерной инженерии

Заведующий кафедрой _____ (подпись) Аноприенко А.Я.
(Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы теории и практики помехоустойчивого кодирования цифровой информации.

Целью дисциплины является: ознакомление студентов с основами теории информации и помехоустойчивого кодирования, современными методами построения помехоустойчивых кодов и синтеза кодирующих и декодирующих устройств на основе построенных кодов, а также использования циклических кодов в современной цифровой аппаратуре для обнаружения и исправления ошибок; углубленное усвоение фундаментальных знаний в области циклического кодирования, что широко используется в практической работе специалиста коммуникационных систем и устройств хранения данных, которые во многом определяют прогресс, который наблюдается сегодня в информационных системах и в целом в науке и технике.

Особое внимание уделяется изучению фундаментальных принципов и обоснованного выбора эффективных методов помехоустойчивого кодирования данных, который остается актуальной задачей данной дисциплины.

Коды и схемы для кодирования и декодирования уже достигли такого развития, что могут обрабатывать сверхбольшие объемы данных. Можно ожидать, что средства исправления ошибок будут играть центральную роль во всех системах связи будущего. Поэтому дисциплина является одной из наиболее важных и базовых в подготовке специалиста направления 09.03.01 “Информатика и вычислительная техника (ИВТ)”.

В результате освоения дисциплины студент должен
знать

- классификацию и принцип действия кодов, исправляющих ошибки в симметричных каналах связи;
- математические модели и определения теории помехоустойчивого кодирования;
- правила математического аппарата алгебры полей Галуа и его использование для построения кодов;
- способы построения функциональных и принципиальных схем кодирующих и декодирующих устройств циклических кодов;
- методы исследования кодеров и декодеров, проведения сравнительного анализа их корректирующих способностей;
- преимущества, недостатки и область использования различных кодов;
- основные тенденции развития науки и техники в области помехоустойчивого кодирования информации;

уметь

- кодировать информационные сообщения, используя методы построения помехоустойчивых кодов;
- выполнять разработку функциональных схем блочных кодов, синтез типовых функциональных узлов циклических кодов; ставить задачи, давать сравнительную характеристику различных вариантов решений на этапах разработки

цифровых устройств;

- разрабатывать функциональные и принципиальные схемы кодирующих и декодирующих устройств, выполнять сравнительную оценку различных структур устройств с учетом особенностей декодирования для заданных критериев эффективности;

- пользоваться современным математическим аппаратом для решения инженерных и научных задач по разработке кодов, кодеров и декодеров;

- использовать моделирование для исследования корректирующих способностей;

- использовать научно-техническую литературу для отслеживания тенденций развития науки и техники в области помехоустойчивого кодирования информации.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций: ОК6, ОК7, ОПК1, ПК2, ПК9, ПК16, ПК18, ПК21.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу профессиональной подготовки по выбору вуза вариативной части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

базовый курс информатики, курс «Методы программирования и прикладные алгоритмы», общематематические дисциплины, в том числе «Дискретная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», курс физики.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин:

- арифметико-логические основы цифровых автоматов;

- компьютерная схемотехника;

- разработка и анализ тестов КС;

- защита информации в компьютерных системах,

при прохождении учебной и производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/ заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семин.)	Лабор.	СРС
Тема 1. Предмет изучения теории помехоустойчивого кодирования	8/4	4/-	-	-	4/4

Тема 2. Модель системы передачи информации. Каналы связи	12/4	4/-	-	4/-	4/4
Тема 3. Основные понятия и определения помехоустойчивого кодирования	8/4	4/-	-	-	4/4
Тема 4. Блочные коды	16/16	4/-	-	8/2	4/14
Тема 5. Циклические коды	16/15	8/1	-	-	8/14
Тема 6. Схемная реализация циклического кодирования	17/22	4/-	-	5/-	8/22
Тема 7. Средства кодирования и декодирования циклических кодов	13/25	6/1	-	-	7/24
Итого:	90/90	34/2		17/2	39/86

3.2. Лекции

Тема 1. Предмет изучения теории помехоустойчивого кодирования

Содержание темы 1:

Данные сообщения. Определения понятия “информация”. Предмет изучения теории информации. Предмет изучения теории передачи информации. Сигнал. Основные параметры сигнала: длительность, ширина частотного спектра, средняя мощность сигнала. Динамический диапазон. Объем сигнала. Емкость канала связи. Условия согласования сигнала с каналом связи.

Непрерывные и дискретные сообщения. Теорема Котельникова, ее физический смысл и фундаментальное значение в прикладном плане. Передача дискретных сообщений. Кодирование сообщений. Понятие кода. Первичный и вторичный алфавиты. Основа кода. Кодовые слова. Модуляция. Основная задача теории помехоустойчивого кодирования как самостоятельной дисциплины.

Литература к теме 1: [1-5, 7, 10]

Тема 2. Модель системы передачи информации. Каналы связи

Содержание темы 2:

Обобщенная модель системы передачи информации. Преимущество дискретной формы представления сигналов. Цель кодирования: простота и надежность аппаратной реализации информационных приборов, их эффективность; согласование свойств источника сообщений со свойствами канала связи; обеспечение высокой достоверности передачи и обработки информации. Достижение цели кодирования.

Модель типичной цифровой системы связи с использованием помехоустойчивых кодов. Кодовое слово источника. Кодовое слово канала. Кодер, канал, декодер. Упрощенная модель системы связи. Модель системы хранения информации. Модели каналов: двоичный симметричный канал, двоичный стирающий канал.

Литература к теме 2: [1, 7, 10]

Тема 3. Основные понятия и определения помехоустойчивого кодирования

Содержание темы 3:

Теорема Шеннона. Определение помехоустойчивых кодов. Приложения помехоустойчивых кодов: защита данных в памяти вычислительных приборов, защита от неправильного функционирования или помех в цифровых логических цепях, сжатие данных, приложения к задачам связи, военные приложения и т. д.

Центральная роль средств помехоустойчивого кодирования в системах связи будущего.

Классификация помехоустойчивых кодов. Блочные и непрерывные коды. Раздельные и неразделимые коды. Систематические и несистематические коды. Линейные коды. Равномерные и неравномерные коды.

Литература к теме 3: [1, 4, 5, 10]

Тема 4. Блочные коды

Содержание темы 4:

Основные понятия и определения. Длина (значность) кода. Вес кодовой комбинации. Расстояние по Хэммингу. Модели ошибок. Кратность ошибок. Вектор ошибки. Связь корректирующей способности кода с кодовым расстоянием. Определение количества корректирующих символов. Нижняя граница Хэмминга. Верхняя граница Варшамова-Гильберта.

Коды с обнаружением ошибок. Код с четным числом единиц. Код с удвоением элементов. Разновидности инверсного кода.

Коды с обнаружением и исправлением ошибок. Систематические групповые коды. Матричное представление групповых кодов. Порождающая матрица. Выбор порождающей матрицы с минимумом корректирующих разрядов с максимальной простотой аппаратной реализации кодера и декодера. Совершенные коды. Проверочная матрица. Синдром. Коды Хэмминга. Определение кодов Хэмминга. Критерий оптимальности кодов Хэмминга. Алгоритм построения кода Хэмминга. Проверочная матрица кода Хэмминга с исправлением одиночной ошибки. Код Хэмминга с исправлением одиночной и обнаружением двукратной ошибок. Операция декодирования кодов Хэмминга. Избыточность кодов Хэмминга. Укороченный код Хэмминга.

Литература к теме 4: [1, 10]

Тема 5. Циклические коды

Содержание темы 5:

Определение циклических кодов. Полиномиальное представление двоичного кода. Операции над полиномами: сложение, умножение, деление. Построение циклических кодов. Порождающие полиномы. Построение систематических циклических кодов. Построение несистематических циклических кодов. Матричное представление систематических и несистематических циклических кодов.

Выбор порождающего полинома. Двойственный полином. Циклические коды Хэмминга. Расчет соотношения между контрольными и информационными разрядами. Определение порождающей матрицы. Обнаружение и исправление ошибок.

Литература к теме 5: [1, 2, 10]

Тема 6. Схемная реализация циклического кодирования

Содержание темы 6:

Линейные переключательные схемы (ЛПС). Определение ЛПС. Умножение полиномов с помощью ЛПС. ЛПС для одновременного умножения двух произвольных полиномов на постоянный полином.

Деление полиномов с помощью ЛПС. ЛПС для одновременного умножения и деления полиномов. Примеры.

Литература к теме 6: [1-7, 10]

Тема 7. Средства кодирования и декодирования циклических кодов

Содержание темы 7:

Средства кодирования циклических кодов. Средство кодирования несистематического кода с помощью ЛПС с $(n-k)$ элементами памяти. Средство кодирования систематического кода с помощью ЛПС с $(n-k)$ элементами памяти. Схема кодера. Средства декодирования циклических кодов. Выявления ошибок. Средства декодирования для систематических и несистематических циклических кодов для открытия ошибок. Исправление ошибок. Синдромный полином. Полином ошибки. Принцип суперпозиции в ЛПС.

Математическое обоснование взаимно однозначного соответствия между синдромом и вектором ошибки для циклического кода Хэмминга. Теорема Меггитта. Декодер Меггитта для циклического кода Хэмминга. Модификация синдрома. Декодер Меггитта для общего случая циклических кодов. Укороченные циклические коды. Определение укороченного циклического кода. Его корректирующие способности. Декодирование укороченных циклических кодов. Модификация декодера Меггитта.

Литература к теме 7: [1, 6, 10]

3.3. Практические (семинарские) занятия по дисциплине “Теория помехоустойчивого кодирования” учебным планом не предусмотрены.

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Лабораторная работа №1. Инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных занятий на ПЭВМ. Лабораторные занятия выполняются на основе САПР Active-HDL. Коды, обнаруживающие ошибки. САПР Active-HDL. Код с четным числом единиц, обнаруживающий ошибки нечетной кратности. Усвоение принципов исследования корректирующих способностей кодов с помощью САПР Active-HDL. Первая часть: разработка принципиальных схем кодера и декодера, реализация их в схемном редакторе САПР Active-HDL. Вторая часть: Моделирование кодера и декодера и исследования корректирующих свойств кода. Третья часть: реализация принципиальных схем кодера и декодера в схемном редакторе САПР Active-HDL с использованием шин. Моделирования кодера и декодера с использованием шинного представления временных диаграмм.	4/2	[1, 7, 8, 9]
2	Лабораторная работа №2. Коды, исправляющие ошибки. Групповые $P(n, k)$ коды, исправляющие одиночные	4/-	[1, 7, 8, 9]

	<p>ошибки. Групповые коды, оптимальные с точки зрения минимума проверочных символов. Групповые коды, оптимальные с точки зрения минимума аппаратных затрат кодера и декодера.</p> <p>Первая часть: разработка принципиальных схем кодера и декодера, реализация их в схемном редакторе САПР Active-HDL.</p> <p>Вторая часть: Моделирование кодера и декодера и исследования корректирующих свойств кода.</p>		
3	<p>Лабораторная работа №3.</p> <p>Коды Хэмминга.</p> <p>Коды Хэмминга, исправляющие одиночные ошибки.</p> <p>Коды Хэмминга, исправляющие одиночные и обнаруживают двукратные ошибки.</p> <p>Первая часть: разработка принципиальных схем кодера и декодера, реализация их в схемном редакторе САПР Active-HDL.</p> <p>Вторая часть: Моделирование кодера и декодера и исследования корректирующих свойств кода.</p>	4/-	[1, 7, 8, 9]
4	<p>Лабораторная работа №4.</p> <p>Циклические коды Хэмминга.</p> <p>Систематические коды Хэмминга. Несистематические коды Хэмминга.</p> <p>Первая часть: разработка принципиальных схем кодера и декодера, реализация их в схемном редакторе САПР Active-HDL.</p> <p>Вторая часть: Моделирование кодера и декодера и исследования корректирующих свойств кода.</p>	5/-	[1, 7, 8, 9]
Итого:		17/2	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	20/45
2	Подготовка к практическим занятиям (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	-
3	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	13/32
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	-
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	9/9
Итого:		39/86

3.6. Курсовой проект (работа) по дисциплине “Теория помехоустойчивого кодирования” учебным планом не предусмотрен.

Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы в соответствии с [10].

Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания не менее 9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового зачета в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете (новая редакция)», утвержденном 25.11.2016 года, протокол №8.

Для определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Литература:

Основная:

1. Корнеев И.К. Информационные технологии: учебник / И.К. Корнеев, Г.Н. Ксандопуло, В.А. Машурцев; Гос. ун-т управления. - М.: Проспект, 2009. - 224с. - ISBN 978-5-482-01401-1.

2. Мельников, В.П. Информационная безопасность и защита информации : учебное пособие для вузов / В.П. Мельников, С.А. Клейменов, А.М. Петраков; под ред. С.А. Клейменова. - 4-е изд., стер. - М.: ИЦ "Академия", 2009. - 336с. - (Высшее профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника). - ISBN 978-5-7695-6150-4.

3. Белов А.А [и др.] Информационные системы и технологии : монография. Кн. 3 / А.А. Белов, В.П. Иващенко, Е.А. Башков и др. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2011. - 302с. - ISBN 978-5-904771-50-8.

4. Букреев И.Н. Микроэлектронные схемы цифровых устройств / И. Н. Букреев, В. И. Горячев, Б. М. Мансуров; И.Н. Букреев, В.И. Горячев, Б.М. Мансуров. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М. : Техносфера, 2009. - 712с. - (Мир электроники). - ISBN 978-5-94836-197-0.

Дополнительная:

5. Громов Ю.Ю. [и др.] Информационные технологии [Электронный ресурс]: учебник для вузов /;Ю.Ю. Громов, И.В. Дидрих, О.Г. Иванова и др.; ФГБОУ ВПО "Тамбов. гос. техн. ун-т". - 1 Мб. - Тамбов : ТГТУ, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - ISBN 978-5-8265-1428-3.

6. Информационные технологии в науке, бизнесе и образовании (Технологии безопасности) [Электронный ресурс]: VI Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, 27 ноября 2013г., г. Москва / Правительство Российской Федерации. Финансовый университет ; Правит-во РФ, Фин. ун-т ; под науч. ред. В.И. Авдийского, А.В. Царегородцева. - 2 Мб. - Москва : Изд-во Фин. ун-та, 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

К лекциям:

7. Конспект лекций по курсу “Теория корректирующих кодов” [Электронный ресурс] = Конспект лекцій з курсу "Теорія коригуючих кодів": (для студентов специальности 7.091502 "Системное программирование") / Государственное высшее учебное заведение "Донецкий национальный технический университет", Кафедра компьютерной инженерии ; ГВУЗ "ДонНТУ", Каф. комп. инженерии ; сост. О.Н. Дяченко. - (2,9 Мб). - Донецк: ГВУЗ "ДонНТУ", 2011. - 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader.

К лабораторным работам:

8. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу “Теория корректирующих кодов” [Электронный ресурс]; сост. О.Н. Дяченко. - (821 Кб). - Донецк: ГВУЗ "ДонНТУ", 2011. - 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader.

К самостоятельной работе студента:

9. Методические указания по организации самостоятельной работе студентов при выполнении индивидуальных заданий по курсу “Теория корректирующих кодов” [Электронный ресурс]; сост. О.Н. Дяченко. – (927 Кб). - Донецк: ГВУЗ "ДонНТУ", 2011. - 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader.

Internet-ресурсы

10. Вестник компьютерных и информационных технологий (2007-2017) <http://www.vkit.ru/index.php/archive-rus> – Дата обращения 12.06.2017г.

11. Вестник Донецкого национального технического университета (2016) <http://vestnik.donntu.org/ru/arhiw-nomerow.html> – Дата обращения 12.06.2017г.

12. Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика (2007-2017) http://journals.tsu.ru/informatics/&journal_page=archive – Дата обращения 12.06.2017г.

13. Информатика и кибернетика (2015-2017) <http://infcyb.donntu.org/> – Дата обращения 12.06.2017г.

14. Вестник Южно-Уральского государственного университета Серия «Компьютерные технологии, управление и радиоэлектроника» (2013-2016) <http://ctcr.vestnik.susu.ru/issues/> – Дата обращения 12.06.2017г.

Периодические издания

15. Информатика и кибернетика (2015-2017).

16. Вестник Донецкого национального технического университета (2016-2017).

17. Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе (2011-2017).

18. Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования» (2008-2013)

19. Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» (2008-2014).

Примечания:

- при оформлении раздела 5 проводится согласование наличия учебной литературы с отделом комплектования научно-технической библиотеки ДонНТУ (может быть выполнено по электронному каталогу);

- при формировании списка основной литературы должно быть указано не более 3-х используемых источников, имеющих в научно-технической библиотеке ДонНТУ;

- при формировании списка дополнительной литературы, помимо учебной, могут быть использованы официальные, справочно-библиографические и периодические издания.


6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),

2. Лабораторные работы:

- компьютерный класс,
- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы),
- специализированное ПО: Active-HDL, L-Edit.
- шаблоны отчетов по лабораторным работам,
- методическое обеспечение (конспект лекций и методические указания к лабораторным работам и СРС) в электронном виде.

Составитель рабочей программы:  Дяченко О.Н.
(подпись)